

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-148626

(P2003-148626A)

(43) 公開日 平成15年5月21日 (2003.5.21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

F 1 6 J 15/32

3 1 1

F 1 6 J 15/32

3 1 1 A

3 J 0 0 6

F 1 6 C 33/58

F 1 6 C 33/58

3 J 0 1 6

33/78

33/78

D 3 J 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-343158 (P2001-343158)

(22) 出願日 平成13年11月8日 (2001.11.8)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72) 発明者 松井 俊一

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋

精工株式会社内

(72) 発明者 山本 和俊

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋

精工株式会社内

(74) 代理人 100086737

弁理士 岡田 和秀

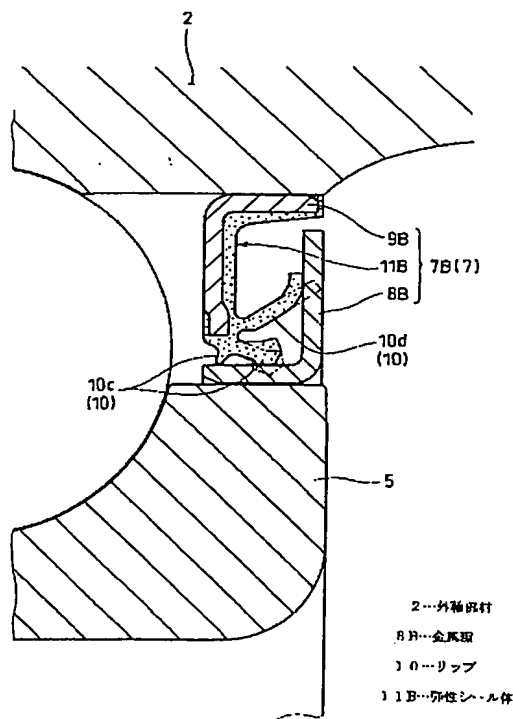
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 密封装置

(57) 【要約】

【課題】 車輪用、転がり軸受装置の密封装置では、弾性シール体のリップが金属環に接触しており、リップと金属環の摩擦力が内輪部材の回転に際して働き、これが回転摩擦トルクに付加されているので、内輪部材の回転時に大きな回転トルクを必要としていた。

【解決手段】 金属環 8B の表面粗さ R_z の値を $1.50\mu\text{m}$ ~ $3.00\mu\text{m}$ に設定したことにより、弾性シール体 11B (リップ 10) が金属環 8B に接触した状態で外輪部材 2 が軸心回りに回転する際の回転摩擦トルクが、従来の場合に比較して大幅に低減でき、かつ必要な密封性も確保できる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 同軸心回りに相対的に回転可能に設けられるとともに環状空間を介して配置された外側部材と内側部材との間に配置され、前記外側部材と内側部材のうちの一方の部材の周面に、外側部材と内側部材のうちの他方の部材の周面に接する樹脂製のシール部材を有して、前記環状空間を密封するための密封装置であって、前記他方の部材のうちの、シール部材が接触する接触面の十点平均粗さが、 $1.50\mu\text{m}\sim 3.00\mu\text{m}$ に設定されたことを特徴とする密封装置。

【請求項2】 同軸心回りに相対的に回転可能に設けられるとともに環状空間を介して配置された外側部材と内側部材との間に配置され、前記外側部材と内側部材のうちの一方の部材の周面に、外側部材と内側部材のうちの他方の部材の周面に嵌着した金属環に接する樹脂製のシール部材を有して、前記環状空間を密封するための密封装置であって、前記金属環におけるシール部材が接触する接触面の十点平均粗さが $1.50\mu\text{m}\sim 3.00\mu\text{m}$ に設定されたことを特徴とする密封装置。

【請求項3】 金属環は、金属板をその表面十点平均粗さが $1.50\mu\text{m}\sim 3.00\mu\text{m}$ の領域になるようローラー転写されるとともに圧延され、かつプレス加工によって断面L字形に形成されて他方の部材の周面に嵌着されたことを特徴とする請求項2記載の密封装置。

【請求項4】 外側部材と内側部材とが、それぞれ軸受装置の外輪部材およびこの外輪部材に転動体を介して配置された内輪部材とされたことを特徴とする請求項1～請求項3の何れかに記載の密封装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車輪用転がり軸受において外輪部材と内輪部材との間の環状軸受空間を密封するための密封装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、図1に示すように、車輪用転がり軸受装置1には、車体側に非回転に支持される外輪部材2と、この外輪部材2に複列の玉3を介して軸心4回りに回転自在に支持される内輪部材5とを有し、外輪部材2と内輪部材5との間の環状軸受空間6に潤滑剤を封入するために、環状軸受空間6の両側を密封装置7A、7Bで密封したものがあ

る。【0003】この密封装置7のうち車両インナ側の密封装置7Bは、図2に示すように、前記外輪部材2の内周面に嵌着された芯金9Bと、内輪部材5の外周面に嵌着された金属環8B（スリンガー）と、前記芯金9Bに固定されて、金属環8Bに接触するリップ10c、10dを有する合成ゴム製の弾性シール体11Bとから構成されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記密封装置7では、弾性シール体11Bのリップ10c、10dが金属環8Bに接触しており、このため車輪用転がり軸受装置1の内輪部材5が軸心4回りに回転した際、リップ10c、10dと金属環8Bの摩擦力が内輪部材5の回転に際して働いている。

【0005】従って内輪部材5を軸心4回りに回転させようとする回転摩擦トルクを減少させるためには、リップ10c、10dと金属環8Bの摩擦力を低減させる必要がある。

【0006】これを解決するためには、金属環8Bの表面粗さを大きくすることが考えられる。このようにすると、リップ10c、10dと金属環8Bの摩擦力が低減されて、回転摩擦トルクを減少させることができる。しかし、金属環8Bの表面粗さが大きいと、逆にリップ10c、10dの摩耗が促進されて密封装置7Bのシール性が低下してしまう。

【0007】そこで、本発明は上記課題を解決し得る密封装置の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明における密封装置は、同軸心回りに相対的に回転可能に設けられるとともに環状空間を介して配置された外側部材と内側部材との間に配置され、前記外側部材と内側部材のうちの一方の部材の周面に、外側部材と内側部材のうちの他方の部材の周面に接する樹脂製のシール部材を有し、前記他方の部材のうちのシール部材が接触する接触面の十点平均粗さが、 $1.50\mu\text{m}\sim 3.00\mu\text{m}$ に設定されている。

【0009】このようにシール部材が接触する接触面の十点平均粗さを、 $1.50\mu\text{m}\sim 3.00\mu\text{m}$ に設定したことにより、シール部材が、外側部材と内側部材のうちの何れかの部材の周面に接した状態で、外側部材と内側部材とが軸心回りに相対的に回転した際の回転摩擦トルクが大幅に軽減されるとともに、必要な密封性も確保される。

【0010】また、同軸心回りに相対的に回転可能に設けられるとともに環状空間を介して配置された外側部材と内側部材との間に配置され、前記外側部材と内側部材のうちの一方の部材の周面に、外側部材と内側部材のうちの他方の部材の周面に嵌着した金属環に接する樹脂製のシール部材を有し、前記金属環におけるシール部材が接触する接触面の十点平均粗さが、 $1.50\mu\text{m}\sim 3.00\mu\text{m}$ に設定されている。

【0011】このように、シール部材が接触する接触面の十点平均粗さを、 $1.50\mu\text{m}\sim 3.00\mu\text{m}$ に設定したことにより、シール部材が、金属環に接した状態で、外側部材と内側部材とが軸心回りに相対的に回転した際の回転摩擦トルクが大幅に軽減されるとともに、必要な密封性も確保される。

【0012】また、金属環は、金属板をその表面十点平

均粗さが $1.50\mu\text{m}\sim 3.00\mu\text{m}$ の領域になるようローラー転写されるとともに圧延され、かつプレス加工によって断面し字形に形成されて他方の部材の周面に嵌着されたことによれば、金属環を他方の部材の周面に嵌着した後金属環の表面粗さの値を所定の領域になるよう形成する場合に比べて、製造が容易になり、生産性が向上する。

【0013】さらに、外側部材と内側部材とが、それぞれ軸受装置の外輪部材およびこの外輪部材に転動体を介して配置された内輪部材とされた構成においても、シール部材が、金属環に接した状態で、外側部材と内側部材とが軸心回りに相対的に回転した際の回転摩擦トルクが大幅に軽減されるとともに、必要な密封性も確保される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態に係る密封装置を図面に基づいて説明する。図1は密封装置を有する車輪用転がり軸受装置の全体断面図、図2は密封装置の拡大断面図である。

【0015】なお、図1および図2は、従来の車輪用転がり軸受装置1および密封装置7の共通の図面として用いる。

【0016】まず、車輪用転がり軸受装置1の全体構成を説明すると、これは、車体側に図示しないナックルを介して非回転に支持される外輪部材（外側部材の一例）2と、この外輪部材2に、冠形保持器15によって円周等配位置に保持された二列の玉（転動体）3を介して軸心4回りに回転自在に支持された内輪部材（内側部材の一例）5とを有している。

【0017】この内輪部材5は、車輪（ブレーキディスククロータおよびタイヤホイール）を取付けるためのハブホイール16と、このハブホイール16の車両インナ側外周面に嵌着されたハブホイール16とは別部材の環状体17とから構成されている。前記ハブホイール16における外輪部材2から車両アウト側に突出した部分の外周面には、径方向外向きに突出する取付けフランジ（ハブフランジ）18が形成され、この取付けフランジ18の周方向所定箇所には、ブレーキディスククロータおよびタイヤホイールを重ねて固定するための取付けボルト（ハブボルト）19が圧入されている。なお、ハブホイール16には、動力伝達軸が挿通される中心穴20が形成されている。

【0018】次に、前記外輪部材2と内輪部材5との間の環状軸受空間6をその両側で密封して、環状軸受空間6に潤滑剤を封入するとともに外部からの泥水等の侵入を防ぐための密封装置7を説明する。この密封装置7は、アウト側密封装置7Aとインナ側密封装置7Bとからなっている。

【0019】前記アウト側密封装置7Aは、外輪部材2のアウト側内周面に嵌着された芯金9Aと、この芯金9A

に固定されてハブホイール16の外周面と取付けフランジ18との連続部分にラジアル方向で接触するラジアルリップ10aおよび取付けフランジ18の側面にアキシャル方向で接触するアキシャルリップ10bとを有する弾性シール体11Aとから構成されている。

【0020】前記インナ側密封装置7Bは、上記従来技術で述べ図2に示したように、外輪部材2のインナ側内周面に嵌着された芯金9Bと、前記環状体17の外周面に嵌着された断面し字形の金属環8Bと、前記芯金9Bに固定されて金属環8Bの芯金9B対向面である摺接面に接触するリップ10を有する弾性シール体11とから構成されている。このリップ10は、金属環8の嵌着部にラジアル方向で接触するラジアルリップ10cと、金属環8の立上げ面にアキシャル方向で接触するアキシャルリップ10dとから構成されている。

【0021】なお、金属環8Bの材料として、JIS・SUS430、304等のステンレス鋼が用いられる。

【0022】ところで上記密封装置7、特にインナ側密封装置7Bでは、弾性シール体11Bのラジアルリップ10c、アキシャルリップ10dが金属環8にそれぞれ接触しており、このため車輪用転がり軸受装置1の内輪部材5が軸心4回りに回転する際には金属環8の摩擦力が働いている。従って、内輪部材5を軸心4回りに回転させようとする回転トルクを減少させるためには、金属環8Bの表面粗さを調節してその摩擦力を低減させる必要がある。このためには金属環8Bの摩擦係数 f を減少させることで実現できると考えられる。

【0023】この摩擦係数 f は、運転状態を表す無次元特性数 G と下記式(1)の関係があることが知られている。

$$【0024】 f = \phi \cdot G^{1/3} \dots \dots (1)$$

なお、無次元特性数 G は、

$$G = \mu \cdot u \cdot b / P$$

で表される。ここで μ ：油（潤滑剤）粘度、 u ：軸（金属環8B）周速、 b ：シール接触幅（リップ10c、10dの接触幅）、 P ：緊迫力（リップ10c、10dの接触荷重の和）である。また、 ϕ は密封性を示す係数であり、次式 $\phi = 5 \cdot (h_{\text{max}}/\lambda)^{2/3} \cdot (D/2 \cdot h_{\text{max}})^{1/3} \cdot \exp(\alpha \cdot p \cdot j \cdot \lambda/h_{\text{max}})$ で表される。ここで h_{max} ：軸表面粗さ（金属環8B表面の十点平均粗さと同等なので以下 R_z と表す）、 λ ：粗さの波長、 D ：軸径（金属環8の径）、 α ：定数、 p ：接触面圧（緊迫力を接触面積で割った値）、 j ：弾性シール体（リップ10c、10d）の複素弾性率の実数部である。

【0025】そして、弾性シール体11Bの形状、その材質（合成ゴム）、その表面粗さ（その波長）を同一とし、金属環8Bの摺動面の粗さのみ変化させた場合、上記係数 ϕ は、軸粗さ R_z に対して下記の間があることが知られている。

$$【0026】 \phi \propto \beta \cdot [R_z^{-1/3} \cdot \exp(1/R_z)]$$

下記(表1)に、 R_z の値と、それぞれの R_z の値について上式に基づいて求めた β の値と、従来(現行)の R_z の値: $0.67\mu\text{m}$ の場合の β の値3.89に対する各 R_z から求められる β の値との比を示す。

【0027】

【表1】

R_z	β	比
0.67 (従来)	3.89	1.00
0.80	3.24	0.83
1.00	2.72	0.70
1.20	2.45	0.63
1.50	2.23	0.57
1.70	2.15	0.55
2.00	2.08	0.53
2.50	2.02	0.52
3.00	2.01	0.52
3.50	2.02	0.52
4.00	2.04	0.52
5.00	2.09	0.54
7.00	2.21	0.57
10.00	2.38	0.61

*上記(表1)から、 R_z の値が $3.00\mu\text{m}$ までの領域では、 R_z の値の増加とともに β の値は減少することがわかる。ところで、 R_z の値が $3.00\mu\text{m}$ 以上になると、 R_z の値の増加とともに β の値は増加することもわかる。

【0028】ところで、上記(表1)において、 R_z が $1.50\sim 7.00\mu\text{m}$ の場合、従来(現行)の R_z の値 $0.67\mu\text{m}$ と比較すると、 β の値は約4割低減する計算になることから、摩擦トルクも4割程度低減されるものと推定される。

10 【0029】このような β の値の低減を基準に考えると、 R_z の値は $1.50\sim 7.00\mu\text{m}$ が適当であるが、一方で R_z の値が大きいと弾性シール体11と金属環8との接触(摺動)部分の密封性が低下することが考えられる。

【0030】ここで下記(表2)に、 R_z を変化させ他の密封条件を同一として行った実験によって得た回転摩擦トルクの値を示す。

【0031】

【表2】

20

*

R_z (μm)	回転摩擦トルク ($\text{mN}\cdot\text{m}$)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0.7	450	455	430	415	400	393	390	380	373	363
0.8	365	370	355	345	335	330	330	325	320	315
1.0	310	315	300	290	280	275	275	270	265	260
1.5	295	300	285	275	265	260	260	255	250	245
2.0	290	295	280	270	260	255	255	250	245	240
3.0	290	295	280	275	265	260	255	250	245	245

R_z の値が $1.00\mu\text{m}$ 以上、特に $1.50\sim 3.00\mu\text{m}$ の領域での回転摩擦トルクはそれぞれほぼ同等の値を示し、この回転摩擦トルクは、現行品と比較して約3割程度低減されていることが、実験によっても証明された。

【0032】また、所定の密封性を保つための R_z の値の限界値を知る実験を図3に示すような装置を用いて行った。すなわち芯金30に弾性シール体31を取付け、この弾性シール体31のリップ32を、 R_z の値の異なった軸体33(金属環8Bに相当する)表面に接触させ、軸体33をその軸心回りに所定時間回転させた際の※

※リップ32の摩擦幅 γmm を測った。なお、この試験における条件は下記の通りである。

【0033】潤滑剤: ATF油(デキシロンII)、軸体径: 35mm 、軸体回転数: $4000/\text{min}$ 、軸体偏心: 0.1mmTI 、軸体回転時間: 504h 。

【0034】この実験による試験結果を下記(表3)に示す。

【0035】

【表3】

R_z	0.50	0.80	1.00	1.20	1.50	1.80	2.50	3.00	3.50	4.00
γ	0.56	0.37	0.28	0.25	0.24	0.25	0.26	0.25	0.39	0.41

上記(表3)から摩擦幅 γ の値が良好(小さい)のは、 R_z の値が $1.00\sim 3.00\mu\text{m}$ の領域であることがわかる。

【0036】以上の実験結果により回転摩擦トルクおよび密封性を考慮すると R_z の値は $1.50\sim 3.00\mu\text{m}$ の領域が適当であると判断される。

【0037】なお、上記(表3)において、 R_z の値が $0.80\mu\text{m}$ 以下で摩擦幅 γ の値が増加しているのは、軸体33表面の平滑度が高くなり過ぎて表面に潤滑剤が保持されにくくなり、潤滑性が悪くなって摩擦が進行するためであると考えられる。

【0038】ところで、本発明の実施の形態において、金属環8はプレス加工によって断面L字形に形成されるものであるが、このプレス加工に先立ち、金属環8となる板材を、ローラーを用いて圧延して形成する。そしてこの圧延の際に、板材の表面粗さ R_z が $1.50\sim 3.00\mu\text{m}$ の領域になるよう前記ローラーによって転写することで製作する。このようにすることにより、プレス加工の後に金属環8の表面粗さ R_z が $1.50\sim 3.00\mu\text{m}$ の領域になるよう形成する場合に比べて、製造が容易になり、生産性が向上する。

【0039】以上のように、本発明の実施の形態では、金属環8の表面粗さ R_z の値を $1.50 \sim 3.00 \mu\text{m}$ に設定したことにより、弾性シール体11（リップ10c、10d）が金属環8に接触した状態で外輪部材2が軸心4回りに回転する際の回転摩擦トルクが、従来の場合に比較して大幅に低減でき、かつ必要な密封性も確保できる。

【0040】なお、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形や応用が考えられる。

【0041】例えば、上記実施の形態では、密封装置7のうちインナ側密封装置7Bの場合で説明したが、これに限定されるものではなく、アウト側密封装置7Aにも適用可能である。この場合は、ハブホイール16の外周面と取付けフランジ18との連続部分の表面粗さ R_z を $1.50 \sim 3.00 \mu\text{m}$ の領域になるよう形成する。このようにすることにより、上記実施の形態と同様に弾性シール体11（リップ10a、10b）が連続部分に接触した状態で外輪部材2が軸心4回りに回転する際の回転摩擦トルクが、従来の場合に比較して大幅に低減でき、かつ必要な密封性も確保できる。

【0042】そして、アウト側密封装置7Aおよびインナ側密封装置7Bの双方について本発明を適用させることで、所定の密封性を確保しながらさらに回転摩擦トルクを低減させることができる。

【0043】また、上記実施の形態の密封装置7を適用させる車輪用転がり軸受装置1は、上記実施の形態に限定されるものではない。

【0044】例えば、図4に示す車輪用転がり軸受装置1は、内輪部材5が車体側に非回転に支持されるもので、2列の玉3を介して外輪部材2が軸心4回りに回転自在に支持された構成で、外輪部材2と内輪部材2との間の環状軸受空間6を車両インナ側で密封する密封装置7が設けられている。

【0045】この密封装置7は前述のインナ側密封装置7Bの構成と同様の構成であるが、上記実施の形態と異なる点は、外輪部材2のインナ側内周面に嵌着された芯金9B、および芯金9Bに固定されて内輪部材2の外周面に嵌着された金属環8Bの摺接面に接触するリップを有する弾性シール体11Bが回転し、金属環8Bは非回転である点である。この構成の密封装置7（7B）において、上記実施の形態と同様に、金属環8Bの表面粗さ R_z の値を $1.50 \sim 3.00 \mu\text{m}$ に設定している。

【0046】また、図5に示す車輪用転がり軸受装置1は、車体側に非回転に支持される外輪部材2と、この外輪部材2に玉3を介してハブホイール16および等速ジョイントの腕形外輪部材40が軸心4回りに回転自在に支持されている。そして外輪部材2およびハブホイール16と腕形外輪部材40とで形成される環状軸受空間6を密封する密封装置7として、アウト側密封装置7Aとインナ側密封装置7Bとを有し、それぞれ弾性シール体

11A、11Bが、外輪部材2の内周面に嵌着された芯金9A、9Bに取付けられ、弾性シール体11A、11Bは、ラジアルリップとアキシャルリップ（符号省略）とを有し、これらそれぞれの弾性シール体11A、11Bのリップがハブホイール16、腕形外輪部材40の外周面に直接接触した構成である。

【0047】この構成の場合、ハブホイール16、腕形外輪部材40におけるラジアルリップとアキシャルリップが接触する接触部分の表面粗さ R_z の値を $1.50 \sim 3.00 \mu\text{m}$ に設定している。

【0048】このようにすることにより、上記実施の形態と同様に弾性シール体11A、11Bが接触部分に接触した状態で外輪部材2が軸心4回りに回転する際の回転摩擦トルクが、従来の場合に比較して大幅に低減でき、かつ必要な密封性も確保できる。

【0049】なお、上記各実施の形態では、転動体の一例として2列の玉3を用いた車輪用転がり軸受装置の場合を示したが、これに限定されるものではなく、図示しないが転動体としてころを用いた車輪用転がり軸受装置にも適用できることは勿論であり、リップの接触部分の R_z の値を $1.50 \sim 3.00 \mu\text{m}$ とすることにより、上記実施の形態と同様の作用効果を奏し得る。

【0050】

【発明の効果】以上の説明から明らかな通り、本発明は、外側部材と内側部材との間の環状空間を密封するために、一方の部材の周面に、外側部材と内側部材のうちの他方の部材の周面に接する樹脂製のシール部材を有し、前記他方の部材のうちのシール部材が接触する接触面の十点平均粗さを $1.50 \mu\text{m} \sim 3.00 \mu\text{m}$ に設定しているので、密封装置として必要な密封性を確保した状態で、シール部材が他方の部材の接触部分に接触して外側部材と内側部材とが軸心回りに相対的に回転する際の回転摩擦トルクが大幅に軽減できる。

【0051】また、他方の部材の周面に嵌着した金属環の、シール部材が接触する接触面の十点平均粗さを $1.50 \mu\text{m} \sim 3.00 \mu\text{m}$ に設定しているので、必要な密封性を確保した状態で、シール部材が金属環に接触して外側部材と内側部材とが軸心回りに相対的に回転する際の回転摩擦トルクが大幅に軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態を示す車輪用転がり軸受装置の全体構成を示す断面図である。

【図2】 同じく要部拡大断面図である。

【図3】 所定の密封性を保つための R_z の値の限界値を知るための実験図である。

【図4】 別の実施の形態を示す車輪用転がり軸受装置の全体構成を示す断面図である。

【図5】 さらに別の実施の形態を示す車輪用転がり軸受装置の全体構成を示す断面図である。

【符号の説明】

9

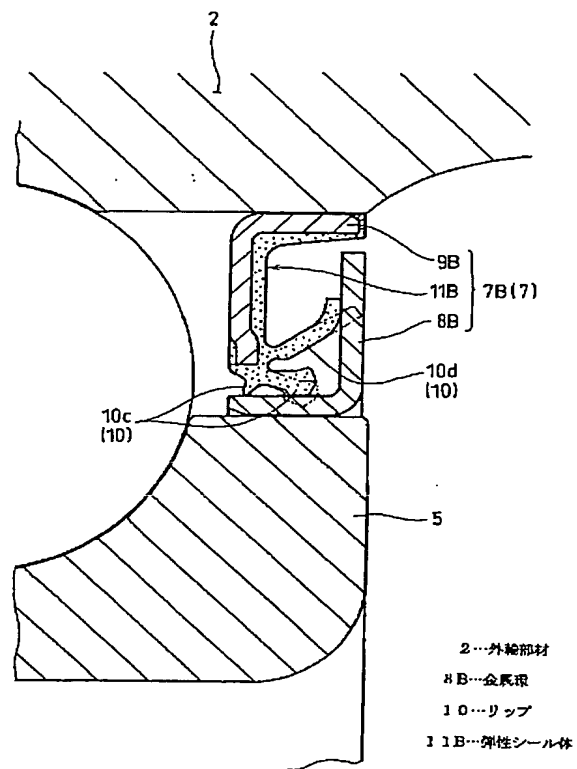
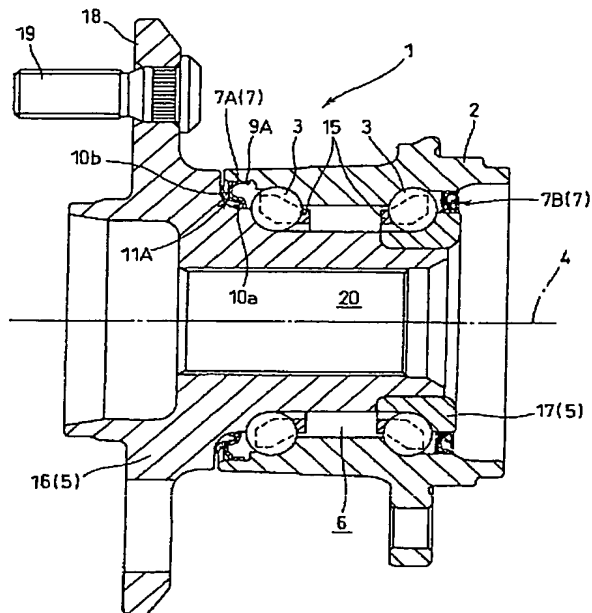
10

- 1 車輪用転がり軸受装置
- 2 外輪部材
- 5 内輪部材
- 6 環状軸受空間
- 7 密封装置
- 7A アウタ側密封装置
- 7B インナ側密封装置

- 8B 金属環
- 9B 芯金
- 10 リップ
- 10c ラジアルリップ
- 10d アキシャルリップ
- 16 ハブホイール
- 18 取付けフランジ

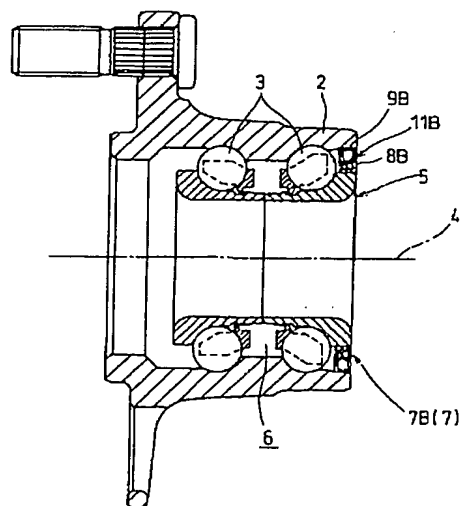
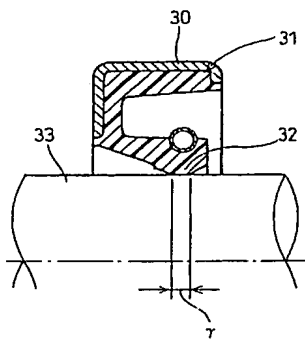
【図1】

【図2】

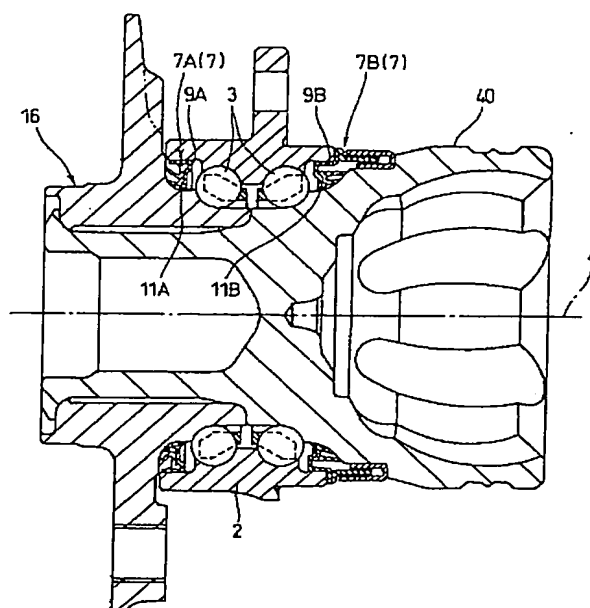


【図3】

【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 増田 善紀
大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋
精工株式会社内

Fターム(参考) 3J006 AD02 AE23 AE45 AF01 CA03
3J016 AA01 BB03 CA02
3J101 AA02 AA43 AA54 AA62 BA53
BA54 FA13 FA41 GA03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.